

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
FAKULTA STAVEBNÍ  
KATEDRA PROSTŘEDÍ STAVEB A TZB

RODINNÝ DŮM - VYTÁPĚNÍ  
THE FAMILY HOUSE - THE HEATING

Student:

Olbrichová Viera

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jaroň Zdeněk

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta stavební  
Katedra prostředí staveb a TZB

## Zadání bakalářské práce

Student: **Viera Olbrichová**  
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství  
Studijní obor: 3607R040 Prostředí staveb  
Téma: **Rodinný dům - vytápění**  
**The Family House - The Heating**

Zásady pro vypracování:

Projekt pro provádění stavby, návrh vytápění objektu

1. Souhrnná technická zpráva, teoretická část
2. Stavební část (v rozsahu potřeb TZB, M. 1:50)
3. Situace
4. Dokumentace zařízení pro vytápění stavby :

Projekt vytápění:

1. technická zpráva
  - výpočet tepelných ztrát (výkonu) objektu
  - energetická bilance potřeby tepla
  - návrh a výpočet jednotlivých topných zařízení
  - návrh a výpočet teplovodního vytápění
2. výkresová část

Rozsah práce: dle směrnice děkanky č. 7/2011 a dle vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb

Seznam doporučené odborné literatury:

Z.č.183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon)

ČSN 734301 Obytné budovy 2004

ČSN 016420 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části 2004

ČSN EN 1996-1 – EC 6: Navrhování zděných konstrukcí: Část 1 – Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce 2007

Vyhláška MMR č. 268/2009 Sb., o obecných požadavcích na výstavbu

Vyhláška MMR č. 369/2001 Sb., o obecných požadavcích zabezpečujících užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace

ČSN EN 806 Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě: Část 1-4 2010

ČSN EN 1717 Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem 2002

ČSN 755411 Vodovodní přípojky 2006


ČSN 756101 Stokové sítě a kanalizační přípojky 2004  
ČSN EN 120565 Vnitřní kanalizace – gravitační systémy: Část 1-5 2001  
ČSN 756760 Vnitřní kanalizace 2003  
ČSN 013450 Technické výkresy – Instalace – Zdravotně-technické a plynovodní instalace 2006  
ČSN 013452 Technické výkresy – Instalace – Vytápění a chlazení 2006  
ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení 1994  
ČSN 730540 Tepelná ochrana budov: Část 1-4 2011  
ČSN 060310 Ústřední vytápění – Projektová montáž 2002  
ČSN 060320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody-Navrhování a projektování 06  
ČSN 060830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení 2006  
ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu 2005  
ČSN EN 12 828 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav 2005  
ČSN EN 832 Tepelné chování budov – Výpočet energie na vytápění – Obytné budovy 2000  
Čupr, Bartošová, Počinková, Vrána: ZTI pro kombinované studium, CERM, s.r.o. Brno (2002)  
Bystřický, Pokorný: TZB-A (zdravotechnika), ČVUT Praha (2003)  
Bystřický, Pokorný: TZB-B (vytápění), ČVUT Praha (2003)  
Brož, Vytápění, ČVUT Praha (2002)  
Kuba: Plynová zařízení v technické vybavenosti budov, VŠB-TU Ostrava (2003)  
Cihlár, Gebauer, Počinková: TZB, ÚT I, Cvičení, ateliérová tvorba, CERM, s.r.o. Brno (1998)  
ČSTZ Praha: Technická pravidla a doporučení GAS. Soulad TPG – TD  
www.tzbinfo.cz: Společnost pro techniku prostředí  
Vaverka a kolektiv: Stavební tepelná technika a energetika budov, Vutium Brno, (2006)  
Filipiová: Projektujeme bez bariér Praha (2002)


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeněk Jaroň**

Datum zadání: 31.10.2011

Datum odevzdání: 30.04.2012

  
Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.  
vedoucí katedry

  
prof. Ing. Darja Kubečková Skulinová, Ph.D.  
děkanka fakulty



### Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

jsem byla seznámena s tím, že na mojí bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 - školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....

**Poděkování:**

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Zdeňku Jaroňovi a své konzultantce bakalářské práce Ing. Marcele Halířové, Ph.D. za trpělivost a cenné rady, které mi věnovali v průběhu jejího vypracování. Zároveň bych ráda poděkovala rodině a známým, kteří mě psychicky podrželi ve vypjatých chvílích.

### **Anotace**

Vypracovala: Viera Olbrichová

Téma: Rodinný dům - vytápění

Cílem bakalářské práce je návrh rodinného domu a řešení jeho vytápění. Při samotném návrhu byly dodrženy stávající normové požadavky a požadavky dány legislativou ČR.

V první části této práce je popsán koncept stavebně konstrukční části. Jedná se o dvoupodlažní jednogenerační rodinný dům s valbovou střechou. Druhá část se zabývá energetickou náročností budovy a vhodného návrhu jeho vytápění. Jako primární zdroj tepla bylo zvoleno tepelné čerpadlo země/voda, jehož zdrojem energie bude zemní kolektor. Jako sekundární zdroj tepla byla navržena krbová vložka. Objekt bude vytápěn pomocí deskových otopných těles, které budou na některých místech doplněny podlahovou topnou rohoží.

Bakalářská práce je zpracována jako projektová dokumentace v rozsahu nutném pro realizaci stavby.

### **Annotation**

Developed: Viera Olbrichova

Theme: The family house - the heating

Bachelor thesis is dealing with design of family house and heating system. All normative requirements and requirements determined by legislation of Czech Republic were abide through design itself.

In the first part is described concept of building construction. It is two-story single family detached house with hipped roof. The second part deals with the energy performance of building and appropriate design of its heating. The heat pump earth/water with ground collector was chosen as a primary heat source. As a secondary heat source was chosen fireplace insert. Building will be heated by radiators which will be supplemented in some places by heating mat.

Bachelor thesis is developed as project documentation for realization of building.

**OBSAH:**

<b>SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ .....</b>	<b>5</b>
<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>6</b>
<b>2. TEORIE TEPELNÝCH ČERPADEL .....</b>	<b>8</b>
2.1. Efektivita provozu tepelných čerpadel .....	9
2.2. Typy tepelných čerpadel .....	9
2.3. Projektování tepelného čerpadla .....	10
2.4. Provozní způsoby tepelného čerpadla .....	10
<b>3. PRŮVODNÍ ZPRÁVA.....</b>	<b>11</b>
3.1. Identifikace stavby .....	11
3.2. Údaje o dosavadním využití území .....	11
3.3. Údaje o provedených průzkumech a o napojení na dopravní a technickou infrastrukturu .....	11
3.4. Informace o splnění požadavků dotčených orgánů .....	12
3.5. Informace o dodržení obecných požadavků na výstavbu.....	12
3.6. Údaje o splnění podmínek regulačního plánu a územního rozhodnutí .....	12
3.7. Věcné a časové vazby stavby na související a podmiňující stavby a jiná opatření v dotčeném území.....	12
3.8. Předpokládaná lhůta výstavby včetně popisu postupu výstavby .....	12
3.9. Statistické údaje o orientační hodnotě stavby .....	13
<b>4. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA.....</b>	<b>14</b>
4.1. Urbanistické, architektonické a stavebně technické řešení .....	14
4.1.1. Zhodnocení staveniště .....	14
4.1.2. Urbanistické a architektonické řešení stavby .....	14
4.1.3. Technické řešení s popisem pozemních staveb, inženýrských staveb a řešení vnějších ploch.....	15
4.1.3.1. Založení objektu.....	15
4.1.3.2. Svislé konstrukce.....	15
4.1.3.3. Vodorovné konstrukce .....	15
4.1.3.4. Schodiště .....	16
4.1.3.5. Střešní konstrukce .....	16



4.1.3.6. Inženýrské stavby .....	17
4.1.3.7. Vnější plochy.....	17
4.1.3.8. Zemní kolektor .....	17
4.1.4. Napojení stavby na technickou a dopravní infrastrukturu.....	17
4.1.4.1. Vodovodní přípojka.....	17
4.1.4.2. Kanalizační přípojka .....	18
4.1.4.3. Přípojka plynu .....	18
4.1.4.4. Elektrická přípojka .....	18
4.1.4.5. Napojení na dopravní infrastrukturu .....	18
4.1.5. Řešení technické a dopravní infrastruktury, včetně řešení dopravy v klidu, dodržení podmínek stanovených pro navrhování staveb na poddolovaném území .....	18
4.1.6. Vliv stavby na životní prostředí a řešení jeho ochrany .....	18
4.1.7. Řešení bezbariérového užívání objektu.....	18
4.1.8. Průzkumy a měření a jejich vyhodnocení .....	19
4.1.9. Údaje o podkladech pro vytyčení stavby, geodetický referenční, polohový a výškový systém .....	19
4.1.10. Členění stavby na jednotlivé stavební a inženýrské objekty a technologické provozní soubory.....	19
4.1.11. Vliv stavby na okolní pozemky a stavby .....	19
4.1.12. Způsob zajištění ochrany zdraví a bezpečnosti pracovníků .....	19
4.2. Mechanická odolnost a stabilita .....	20
4.3. Požární bezpečnost.....	20
4.4. Hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí.....	20
4.5. Bezpečnost při užívání .....	20
4.6. Ochrana proti hluku.....	20
4.7. Úspora energie a ochrana tepla .....	21
4.7.1. Splnění požadavků na energetickou náročnost budovy .....	21
4.7.2. Stanovení celkové energetické spotřeby stavby.....	21
4.8. Řešení přístupu a užívání stavby osobami s omezenou schopností pohybu a orientace	21
4.9. Ochrana stavby před škodlivými vlivy vnějšího prostředí.....	21
4.10. Ochrana obyvatelstva .....	21
4.11. Inženýrské stavby .....	22
4.12. Výrobní a nevýrobní technologická zařízení staveb .....	22

<b>5. SITUACE STAVBY .....</b>	<b>23</b>
<b>6. DOKLADOVÁ ČÁST .....</b>	<b>24</b>
6.1. Stanoviska a posudky .....	24
6.2. Průkaz energetické náročnosti budovy .....	24
<b>7. VYTÁPĚNÍ OBJEKTU - TECHNICKÁ ZPRÁVA .....</b>	<b>25</b>
7.1. Typ zdroje .....	25
7.2. Klimatické podmínky místa stavby a provozní podmínky .....	25
7.3. Přehled navrhovaných a předpokládaných hodnot tepelně-technických vlastností stavebních konstrukcí .....	25
7.4. Přehled tepelných ztrát budovy po místnostech .....	27
7.5. Přehled vzduchotechnického zařízení .....	27
7.6. Výpočet potřebného tepelného příkonu pro ohřev teplé vody .....	27
7.7. Stanovení potřebného výkonu zdroje tepla .....	28
7.8. Stanovení a přehled roční potřeby tepla pro vytápění a přípravu teplé vody, celková roční potřeba tepla .....	28
7.9. Výpočet hodnoty přípojného výkonu zdroje tepla .....	28
7.10. Popis přípojky primárního média .....	28
7.11. Popis výměňkové stanice .....	29
7.12. Umístění zdroje tepla .....	29
7.13. Výpočet větrání kotelny, řešení přívodu a odvodu vzduchu .....	29
7.14. Výpočet průřezu kouřovodu a komínu .....	29
7.15. Řešení požární bezpečnosti kotelny .....	29
7.16. Popis uvažovaného otopného systému .....	30
7.17. Rozdělení otopného systému na jednotlivé okruhy, jejich tepelný výkon .....	30
7.18. Tlaková ztráta, způsob regulace, parametry oběhových čerpadel, regulačních ventilů .....	30
7.19. Popis páteřních a podružných rozvodů .....	30
7.20. Způsob vyregulování a vyvážení soustavy rozvodu tepla .....	31
7.21. Zabezpečování a doplňování otopné soustavy vodou .....	31
7.22. Výpočet pojistného ventilu .....	31
7.23. Popis způsobu vytápění jednotlivých typů prostorů a provozů .....	31
7.24. Popis otopných ploch .....	32
7.25. Popis připojení vzduchotechnických zařízení na otopnou soustavu .....	32

7.26. Parametry oběhových čerpadel, regulačních ventilů.....	32
7.27. Měření spotřeby tepla.....	32
7.28. Popis způsobu přípravy teplé vody .....	32
7.29. Způsob regulace přípravy teplé vody .....	33
7.30. Typy navržených zařízení .....	33
7.31. Potrubí .....	33
7.32. Výpis materiálů potrubí jednotlivých částí soustavy .....	33
<b>8. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ .....</b>	<b>34</b>
<b>9. ZÁVĚR.....</b>	<b>36</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>37</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>37</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>37</b>
<b>SEZNAM VÝKRESŮ GRAFICKÉ ČÁSTI .....</b>	<b>38</b>

**SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ**

S-JTSK	souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
B <sub>pV</sub>	výškový systém Baltský po vyrovnání
TČ	tepelné čerpadla
COP	topný faktor tepelného čerpadla
Q	výkon [kW]
Q <sub>T</sub>	topný výkon TČ [kW]
Q <sub>CH</sub>	chladicí výkon TČ [kW]
P	elektrický příkon [kW]
PD	projektová dokumentace
C	pevnostní třída betonu válcová/krychelná [N/mm <sup>2</sup> ]
SO	stavební objekt
U	součinitel prostupu tepla konstrukcí [W/m <sup>2</sup> K]
U <sub>N,20</sub>	požadovaný součinitel prostupu tepla danou konstrukcí dle ČSN 73 0540 [W/m <sup>2</sup> K]
t	tloušťka materiálu [mm]
T <sub>i</sub>	návrhová teplota vnitřního prostředí [°C]
T <sub>e</sub>	návrhová teplota venkovního prostředí [°C]
T <sub>i,m</sub>	průměrná teplota vnitřního prostředí [°C]
T <sub>e,m</sub>	průměrná teplota venkovního prostředí [°C]
F <sub>i,T</sub>	tepelná ztráta prostupem [kW]
F <sub>i,V</sub>	tepelná ztráta větráním [kW]
F <sub>i,HL</sub>	celková tepelná ztráta [kW]
Φ	potřeba tepla pro ohřev teplé vody [kW]

## 1. ÚVOD

Cílem mé bakalářské práce je navrhnout rodinný dům. Při samotném návrhu budou brány v potaz právní předpisy a normy platné na území České republiky, které se dotýkají jak návrhu stavebně konstrukční části a její realizace, tak návrhu vytápění.

V prvé řadě je nutné zpracovat koncept rodinného domu. Rodinný dům je zpracován jako jednogenerační s dvěma patry. Svou dispozicí by měl vyhovovat i náročnějším uživatelům. Součástí prvního nadzemního patra je garáž pro jedno auto.

Rodinný dům bude zasazen do stávající zástavby městské části Malá Strana, města Studénky. Město Studénka nabízí svým obyvatelům veškerou potřebnou občanskou vybavenost a je dobře situováno z hlediska dostupnosti do okolních měst. Asi pět kilometrů severním směrem od města vede relativně nově vzniklá dálnice D1.

V další části se budu zabývat vytápěním navrženého rodinného domu. Často skloňovaným slovíčkem při návrhu vytápění je "úspora". Žijeme v době kdy je kladen velký důraz na energetickou náročnost staveb. A není se čemu divit. Neustále rostoucí ceny energií, omezené množství nerostných surovin, ze strany některých solidarita k životnímu prostředí a určitě samotná chtivost člověka šetřit, nás tlačí stále více se zamýšlet nad alternativními zdroji energií. S tímto trendem je samozřejmě spjata neustále zpřísňování požadavků na tepelně technickou stránku staveb, jejich náročnost z hlediska provozu a na výstavbu obecně.

Proto je vhodné si volbu zdroje tepla dobře promyslet. Je třeba si uvědomit, že počáteční investice sice může být nepříjemná pro investorovu kapsu, na druhé straně mu může dopomoci k ušetření nemalé částky v budoucnu. Také já jsem se zabývala nejrůznějšími možnostmi, které současný trh nabízí. Nakonec jsem se přiklonila k možnosti vytápět rodinný dům tepelným čerpadlem.

Tepelné čerpadlo bude provedeno ve variantě země/voda, zdrojem energie bude zemní kolektor. Pro možnost jímání tepla z půdy prostřednictvím zemního kolektoru jsem se rozhodla v závislosti na podmínkách, které nabízí samotná stavební parcela. Pozemek je dostatečně prostorný pro jeho realizaci. Určitou výhodou této varianty je také jeho finanční stránka, která má v porovnání s vrtanými tepelnými čerpadly o poznání nižší pořizovací náklady. V zahraničí se tepelná čerpadla využívají pro vytápění již několik desítek let, zatímco na našem území se stále jedná spíše o raritu. I když musíme podotknout, že jejich popularita na českém trhu stoupá. Ve mnou navrženém objektu bude tepelným čerpadlem rovněž připravována teplá voda. Sekundárním zdrojem energie bude krbová vložka. Krbová

vložka sama o sobě přispívá k určitému zpříjemnění vnitřního prostředí, zejména v zimních měsících.

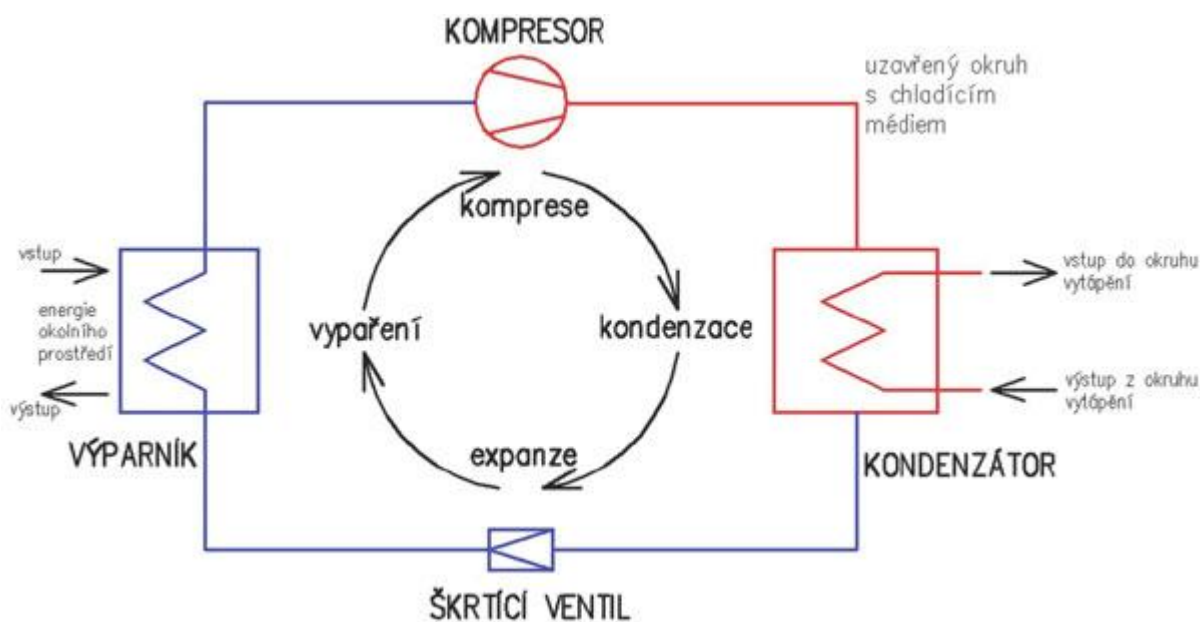
Práce bude rozdělena do tří částí - textové části, grafické části a části příloh. V textové části bude stručně popsán princip tepelných čerpadel, dále bude následovat část stavebně konstrukční a technická zpráva k vytápění. V poslední pasáži textové části bude ekonomické zhodnocení.

Bakalářská práce bude zpracována jako projektová dokumentace podle vyhlášky 499/2006Sb. o dokumentaci staveb v rozsahu potřebném pro realizaci stavby.

## 2. TEORIE TEPELNÝCH ČERPADEL

Tepelné čerpadlo se řadí mezi alternativní zdroje energie. Nabízí možnost využití nízkopotencionální energie z venkovního prostředí. Pracuje na principu uzavřeného chladicího okruhu podobně jako chladnička. Teplo se na jedné straně odebírá a na druhé předává.

Chladicí okruh se skládá ze čtyř základních částí. Z výparníku, kompresoru, kondenzátoru a expanzního neboli škrticího ventilu. V chladicím okruhu cirkuluje nemrznoucí teplotněstabilní látka, jedna se o látky na lihové, glycerinové nebo glykolové bázi zředěny v příslušném množství vodou. Nemrznoucí látka odebírá energii z venkovního prostředí, čímž se její teplota zvýší o několik °C. Ta je pak vedena do výparníku, kde dojde k zahřátí chladiva a jeho odpaření. Pára je následně stlačena v kompresoru pod vysokým tlakem, čímž se její teplota zvýší na úroveň vhodnou k vytápění a ohřevu teplé vody. Ohřátá látka tak v kondenzátoru předá své teplo topnému mediu, tím se jeho teplota sníží, přejde do kapalného stavu a celý cyklus se znovu opakuje.



Obr. č. 1: Princip tepelného čerpadla

[5]

K vlastnímu provozu využívá tepelné čerpadlo nemalé množství elektrické energie. Obecně se spotřeba elektrické energie čerpadla pohybuje kolem 1/3 svého výkonu, ale konkrétní hodnoty uvádí až výrobce jednotlivých typů tepelných čerpadel. Pokud, ale vytápíme dům tepelným čerpadlem poskytuje dodavatel elektrické energie speciální tarif pro celý odběr domu.

### 2.1. Efektivita provozu tepelných čerpadel

Měřítkem efektivity tepelných čerpadel je topný faktor COP. Topný faktor je bezrozměrná veličina, kterou lze přirovnat k účinnosti udávané u ostatních zdrojů tepla. Topný faktor lze získat z rovnice:

$$COP = \frac{Q_T}{P} = \frac{Q_T}{Q_T - Q_{CH}}$$

kde:  $Q_T$ ...topný výkon TČ [kW]

$Q_{CH}$ ...chladicí výkon TČ [kW]

$P$ ...elektrický příkon TČ [kW]

[2]

Platí že čím menší je teplotní rozdíl mezi výparníkem a kondenzátorem, tím je větší topný faktor. Topný faktor většinou nabývá hodnot mezi 2,5 až 4 a jak už název veličiny napovídá, čím je topný faktor vyšší, tím je provoz tepelného čerpadla efektivnější.

Tepelná čerpadla jsou schopna jímat teplo i z prostředí, které má až -20°C, při takto nízkých teplotách, ale značně klesá topný faktor a vytápění se tak stává neefektivní. Tepelná čerpadla tak často bývají doplněna dalším vytápěcím zařízením.

### 2.2. Typy tepelných čerpadel

Zdrojem tepla tepelných čerpadel mohou být venkovní vzduch, podzemní voda nebo zemská kůra. Tepelná čerpadla jsou pak pojmenovávána podle zdroje tepla a prostředí, do kterého odebrané teplo předává.

Tepelné čerpadlo vzduch/voda tedy využívá jakožto zdroj tepla venkovní vzduch, jemuž dodává teplo slunce. Jedná se o nejrozšířenější typ u nás. Jeho výhodou je, že jej lze použít prakticky v jakémkoliv prostředí, samotná instalace taky není příliš náročná, tedy v porovnání s ostatními typy. Na druhou stranu je potřeba počítat s hlukem, který je způsobem ventilátorem. Navíc tím, že zdroj tepla není žádným způsobem krytý jeho výkon klesá s venkovní teplotou podstatně rychleji než je tomu u ostatních typů čerpadel.

Zdrojem tepla pro tepelné čerpadlo voda/voda může být voda podzemní nebo povrchová. Spodní voda je dobrým zásobníkem sluneční energie, i v nejchladnějších dnech v roce její teplota neklesá pod 7°C, topný faktor tak zůstává i v zimních měsících příznivý. Teplo z povrchové vody se jímá pomocí kolektoru, ve kterém proudí nemrzoucí kapalina a je uložen na dně zdroje. Nevýhodou této varianty je, že spodní voda není vždy a všude k



dispozici, důležité je nejen aby byl zdroj dostatečně vydatný, ale také aby kvalita vody byla na dostatečné úrovni kvality aby nedocházelo k zanášení výměníku.

Tepelná čerpadla země/voda je možné provést ve dvou variantách, teplo lze jímát z půdy v hloubce přibližně 1 metr pod úroveň terénu prostřednictvím plošného zemního kolektoru nebo z hloubkových vrtů, jejichž sondy jsou v hloubce až 180 metrů. Výhodou tohoto zdroje, hlavně ve variantě hloubkových vrtů, je, že se teplota prostředí téměř nemění. Postupně ale může docházet k promrzání vrtů, což dlouhodobě snižuje výkon tepelného čerpadla. V případě plošného kolektoru je potřeba mít dostatečný prostor pro jeho realizaci a zároveň je potřeba myslet na to, že plocha nad kolektorem nesmí být v budoucnu zastavěna, neboť kolektor musí být přístupný pro případné opravy, navíc při větším zatížení by mohlo dojít k jeho porušení.

### 2.3. Projektování tepelného čerpadla

Při samotném návrhu tepelného čerpadla je důležité dobře zmapovat možné zdroje tepla pro tepelné čerpadlo a podle těchto podmínek návrh zpracovat.

Nejčastější chybou, které se projektanti dopouštějí je předimenzování tepelného čerpadla na více než 100% tepelných ztrát objektu. U varianty vzduch/voda je doporučený výkon tepelného čerpadla k tepelné ztrátě objektu mezi 65 - 90%, u varianty země/voda je doporučený výkon mezi 55 - 75%.

### 2.4. Provozní způsoby tepelného čerpadla

Tepelná čerpadla mohou být provozována samostatně, nebo v kombinaci s dalším zdrojem tepla.

Monovalentní provoz znamená, že tepelné čerpadlo je jediným vytápěcím zařízením.

Alternativně bivalentní provoz znamená, že tepelné čerpadlo je v provozu až do určité, předem stanovené, teploty venkovního prostředí. Poklesne-li teplota pod tuto stanovenou hodnotu tepelné čerpadlo vypne a výrobu tepla přebírá další tepelný zdroj.

Paralelně bivalentní provoz znamená, že při nízkých teplotách se k tepelnému čerpadlu přidá druhý tepelný zdroj. Podíl tepelného čerpadla na celoroční produkci tepla je tak vyšší než je tomu u alternativně bivalentního provozu.

### 3. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

#### 3.1. Identifikace stavby

Název stavby:	Rodinný dům
Účel stavby:	Obytná budova
Místo stavby:	město Studénka městská část: Malá Strana katastrální území: Studénka nad Odrou, 758396 parcelní číslo: 2082/24
Investor:	Bayer Jiří A. Dvořáka 710, 742 13 Studénka - Butovice
Projektant:	Olbrichová Viera Jistebník 369, 742 82 Jistebník
Rozsah PD:	Projektová dokumentace je zpracována v rozsahu potřebné k žádosti o stavební povolení a realizaci stavby dle 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb.

#### 3.2. Údaje o dosavadním využití území

Vlastníkem je investor stavby. Výše uvedená parcela byla vedena v katastru nemovitosti jako orná půda. Na základě žádosti ze strany investora o změnu využití území byla převedena na stavební parcelu. Toto rozhodnutí bylo schváleno zastupitelstvem města Studénka a je v souladu s aktuálním uzemním plánem města.

Parcela sousedí s parcelou číslo 2082/23, která je také určena k zastavění a parcelou číslo 2082/25, na které byla v nedávné době dokončena výstavba rodinného domu. Na severozápadní straně stavební parcela hraničí se zemědělskou půdou.

#### 3.3. Údaje o provedených průzkumech a o napojení na dopravní a technickou infrastrukturu

Na stavební parcele určené k zástavbě byly provedeny potřebné průzkumy pro vyhotovení projektové dokumentace. Byl proveden průzkum stavebně technologický, geologický, hydrogeologický a průzkum radonový. Na základě těchto průzkumů bylo

zjištěno, že základová půda je tvořena soudržnou písčitohlinitou zeminou. Hladina podzemní vody se trvale vyskytuje pod úrovní základové spáry a nehrozí riziko pronikání radonu.

Vjezd na pozemek je jihovýchodně z ulice Pánská, jedná se o místní komunikaci, na které se nepředpokládá velký provoz vozidel. Ulice navazuje jihozápadním směrem na ulici Sjedenocení, která spojuje městskou část Malá Strana s městskou částí Butovice.

Objekt bude napojen vodovodní přípojkou na veřejný vodovod z uličního řádu a kanalizační přípojkou na jednotnou kanalizační stoku. Dále bude napojen na elektrickou síť přes nízkonapěťovou přípojku uloženou v zemi. Objekt nebude napojen na plynovod.

### 3.4. Informace o splnění požadavků dotčených orgánů

Projektová dokumentace je zpracována dle platné legislativy České republiky a jsou v ní zakomponovány veškeré požadavky dotčených orgánů.

### 3.5. Informace o dodržení obecných požadavků na výstavbu

Návrh projektu je v souladu s vyhláškou 137/1998Sb. o obecných požadavcích na výstavbu. Projektová dokumentace byla vypracována na základě vyhlášky 499/2006Sb. o dokumentaci staveb v rozsahu nutném pro realizaci stavby.

### 3.6. Údaje o splnění podmínek regulačního plánu a územního rozhodnutí

Projekt je řešen v souladu s územním plánem a s regulativy obce.

### 3.7. Věcné a časové vazby stavby na související a podmiňující stavby a jiná opatření v dotčeném území

V blízkém okolí stavby současně neprobíhají jiné stavební práce. V průběhu výstavby nebudou realizovány žádné podmiňující stavby ani jiná opatření.

### 3.8. Předpokládaná lhůta výstavby včetně popisu postupu výstavby

Zahájení výstavby: červen 2012

Dokončení stavby: srpen 2013

Doba realizace: 15 měsíců

- Postup výstavby:
1. Odstranění křovin, výkopové práce
  2. Zavedení přípojek inženýrských sítí
  3. Vybetonování základů, prostupů sítí, hydroizolace spodní stavby
  4. Svislé a vodorovné konstrukce
  5. Střecha
  6. Výplně otvorů, klempířské práce
  7. Vnitřní příčky
  8. Rozvody elektroinstalace, topení, vody, kanalizace
  9. Omítky, podlahy
  10. Dokončovací práce
  11. Terénní úpravy

### 3.9. Statistické údaje o orientační hodnotě stavby

Plocha pozemku:	1665 m <sup>2</sup>
Zastavěná plocha pozemku:	149 m <sup>2</sup>
Obestavěný prostor:	952 m <sup>3</sup>
Cena stavby:	6 738 000 Kč

Cena byla stanovena na základě souhrnného rozpočtu, jehož výpočet je součástí přílohy číslo 16: *Souhrnný rozpočet*.

## 4. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

### 4.1. Urbanistické, architektonické a stavebně technické řešení

#### 4.1.1. Zhodnocení staveniště

Stavební parcela je rovinného charakteru, mírně svažitého od západní k jižní straně pozemku. Byly provedeny veškeré potřebné průzkumy a stavbě nebudou bránit žádné okolnosti. Před zahájením stavebních prací budou z pozemku odstraněny křoviny, bude sejmuta ornice, následně uložena v zadní části pozemku a po dokončení stavby bude znovu využita.

#### 4.1.2. Urbanistické a architektonické řešení stavby

Stavební parcela se nachází v centrální části města Studénky, v městské části Malá Strana. Jedná se o klidnou část města, která svým charakterem připomíná spíše venkovskou zástavbu. Na severozápadní straně parcela hraničí se zemědělskou půdou, která je obdělávána soukromým zemědělcem. Hranice pozemku bude oplocena zděným plotem bílošedé barvy s dřevěnými deskami mezi sloupky.

V přední části objektu bude příjezdová komunikace, která bude navazovat na místní komunikaci - ulici Pánskou.

Objekt je navržen jako dvoupodlažní jednogenerační rodinný dům s valbovou střechou se sklonem 18 °. Součástí prvního nadzemního patra je garáž pro jedno osobní auto, nad garáží je navržena plochá nepochozí střecha. První patro objektu je řešeno jako aktivní denní zóna s obývacím pokojem a kuchyní. Dále se zde nachází pracovna, koupelna se sprchovým koutem a WC, šatna a technická místnost. Přejít z prvního do druhého patra je přes dvouramenné schodiště. V druhém nadzemním podlaží jsou ložnice, pokoje pro děti a koupelna s vanou a WC. Obytné místnosti obou pater jsou situovány na jihozápad, jsou tak v průběhu dne dostatečně osluněny. Hygienické místnosti jsou pak na protilehlé straně objektu, tedy na stranu severovýchodní, nedochází tak k nežádoucímu oslunění těchto místností. Hygienické místnosti jsou přirozeně větrány okenním otvorem.

Stavba je řešena v souladu s územním plánem města a svým vzhledem nebude narušovat charakter okolní zástavby. Fasáda objektu je bílošedá a je z části obložena dřevěnými deskami.

#### 4.1.3. Technické řešení s popisem pozemních staveb, inženýrských staveb a řešení vnějších ploch

##### 4.1.3.1. Založení objektu

Založení objektu bylo projektováno na základě únosnosti v podloží. Objekt bude založen na betonových základových pásech C20/25. Úroveň hloubky založení bude v nezámrazné hloubce pod úrovní upraveného terénu. Podkladní základová deska, tloušťky 150mm, bude zmonolitněna se základovými pásy betonem C20/25. Pod základovou deskou bude šterkopískový podsyp tloušťky 200mm. Celá spodní stavba bude izolována. Hydroizolace Fatrafol P922 bude natavena na podkladní základovou desku a základové pásy po provedení penetračního nátěru. Z vnější strany bude tepelná izolace XPS 30SF tloušťky 50mm. Tepelná izolace spolu s hydroizolací budou vytaženy do výšky 300mm nad úrovní terénu.

##### 4.1.3.2. Svislé konstrukce

Veškeré svislé konstrukce jak nosné tak nenosné příčky jsou navrženy z cihelných bloků HELUZ. Pro obvodové zdivo budou použity broušené cihelné bloky s integrovanou izolací HELUZ FAMILY 44 2in1 tloušťky 440mm. Tyto cihelné bloky jsou svými tepelně izolačními vlastnostmi vhodné i do pasivních domů. Jedná se o poměrně nové cihly, které jsou na trhu něco málo přes rok. Dutiny těchto cihelných bloků jsou vyplněny fixovaným izolačním materiálem z expandovaného polystyrenu. Vnitřní nosné zdi jsou navrženy z cihelných bloků HELUZ STI 30 tloušťky 300mm a nenosné příčky z cihelných bloků HELUZ 11,5 tloušťky 115mm.

Komínové těleso je navrženo od firmy SCHIEDEL, typ UNI 20L o světlém průřezu 200mm. To bude uloženo do jednopřůduchové tvárnice s větrací šachtou s vnějšími rozměry 360x500mm.

Venkovní dveře, garážová vrata a okna budou od firmy SLAVONA a budou dřevěná. Okna budou s čirým sklem, v hygienických místnostech obou pater bude sklo matné.

##### 4.1.3.3. Vodorovné konstrukce

Nad otvory v obvodové stěně a vnitřní nosné stěně budou osazeny překlady HELUZ 23,8 a na vnitřních nenosných příčkách překlady HELUZ 11,5.

Stropní konstrukce nad prvním nadzemním podlažím tak nad druhým nadzemním podlažím bude tvořena cihelnými vložkami HELUZ MIAKO 19/50 a 19/62,5 a stropními nosníky HELUZ MIAKO/délka s vyztuženou svařovanou výztuží. Stropní vložky budou následně zality betonovou zálivkou C16/20 o tloušťce 60mm. Celková tloušťka stropní konstrukce bude 250mm. Stropní konstrukce mezi obytnými patry bude odizolována kročejovou izolací ROCKWOOL STEPROCK tloušťky 30mm. Nad druhým nadzemním podlažím bude stropní konstrukce dostatečně zaizolována aby nedocházelo k nežádoucímu úniku tepla. Tloušťka tepelné izolace ROCKWOOL DOMROCK bude 200mm.

Nášlapná vrstva podlahových konstrukcí se liší podle funkčního využití dané místnosti. V místnostech, které nejsou trvale určeny k pobytu - zádveří, šatna, technická místnost, v hygienických místnostech a kuchyni bude nášlapná vrstva z keramické dlažby. V ostatních místnostech bude podlaha dřevěná. Jako roznášecí vrstva je navržena anhydritová směs tloušťky 65mm.

#### 4.1.3.4. Schodiště

Schodiště bude monolitické a je navrženo jako dvouramenné se sklonem 33°, což vyhovuje požadavků pro rodinné domy. V jednom rameni bude 9 schodišťových stupňů o rozměru 172,78x270mm. Mezi rameny bude podesta o šířce 900mm. Kompletní výpočet schodiště je uveden v příloze číslo 1: *Výpočet schodiště*.

#### 4.1.3.5. Střešní konstrukce

Střešní konstrukce objektu rodinného domu je navržena jako valbová se sklonem 18°. Střešní krytina bude z asfaltové šindele hnědé barvy. Střecha bude zaizolována proti zatékání, nebude, ale izolována tepelnou izolací. Na hranách střešní konstrukce budou instalovány okapy ve spádu 0,5% ke svodné rouři.

Střecha nad garáží v prvním nadzemním patře bude plochá nepochozí. Střešní krytinou budou asfaltové pásy. Střecha bude zaizolována jak proti zatékání tak tepelnou izolací ROCKWOOL DACHROCK tloušťky 100mm. Střecha bude vyspádována směrem ke střešní vpusti ve sklonu 2%.

Popis skladeb jednotlivých konstrukcí je součástí grafické přílohy této práce. Tepelně technické posouzení jednotlivých obalových konstrukcí pomocí výpočtového programu Svoboda Teplo 2011 je uveden v příloze číslo 2: *Základní tepelně technické posouzení konstrukce*.

#### 4.1.3.6. Inženýrské stavby

Inženýrské stavby řešené v rámci projektu jsou vodovodní přípojka, kanalizační přípojka a elektrická přípojka, jejich detailní řešení však není předmětem této práce. Jejich stručný popis bude uveden v bodě 4.1.4.

#### 4.1.3.7. Vnější plochy

Vnější plochy budou po dokončení staveních prací zatravněny. Hranice pozemku bude oddělena od okolních parcel zděným plotem bílošedé barvy s dřevěnými deskami mezi sloupky. Zpevněné plochy budou směrem od silnice ke vstupu do domu a vjezdu do garáže na jihovýchodní straně pozemku a západně od domu, kde bude zpevněná plocha pro venkovní posezení.

#### 4.1.3.8. Zemní kolektor

Šachta rozdělovače zemního kolektoru bude umístěn z vnější strany technické místnosti, v těsné blízkosti objektu. Hloubka dna šachty bude v hloubce 1,2m. Pro primární okruh tepelného čerpadla bude v základu proveden prostup. Prostup bude realizován přes stěnovou průchodku a potrubí bude parotěsně zaizolováno. Plocha nad rozdělovačem nesmí být v budoucnu zastavěna aby mohla být přístupná pro pozdější revize. Zemní kolektor sestává z PE potrubí, rozteč trubek je 0,8m a hloubka uložení je 1,3m pod úrovní upraveného terénu.

#### 4.1.4. Napojení stavby na technickou a dopravní infrastrukturu

##### 4.1.4.1. Vodovodní přípojka

Vodovodní přípojka bude začínat v místě napojení na vodovodní řád a končit uzávěrem na vodoměrné sestavě. Vodoměrná sestava bude umístěna ve vodoměrné šachtě jihovýchodně od obvodové zdi. Připojení bude provedeno pomocí navrtávacího pásu, v hloubce 1,2m pod úrovní upraveného terénu, a bude uloženo do pískového lože. Nad pískový obsyp bude natažen pruh signální fólie. Pruh území nad přípojkou se nesmí v budoucnu zastavět a potrubí musí být po celé své délce přístupné.



#### 4.1.4.2. Kanalizační přípojka

Dešťová i splašková kanalizace bude svedena do revizní šachty se dnem v hloubce 2m pod úroveň upraveného terénu. Odtud bude vedena kanalizační přípojka pod sklonem 3% do jednotné kanalizační stoky. Napojení proběhne pomocí navrtání shora. Kanalizační přípojka bude uložena na písčité podsyp a následně tlakově odzkoušena.

#### 4.1.4.3. Přípojka plynu

Objekt nebude napojen na plynovod

#### 4.1.4.4. Elektrická přípojka

Objekt bude napojen na elektrickou síť elektrickou přípojkou nízkého napětí (230/400V AC 50Hz). Přípojka bude vedena v zemi pod příjezdovou cestou k objektu a bude uložena na vrstvě písku. Součástí přípojky je hlavní domovní pojistná skříň, která je umístěna ve zděném plotě na hranici pozemku.

#### 4.1.4.5. Napojení na dopravní infrastrukturu

Hranice stavební parcela sousedí na jihovýchodní straně s ulicí Pánskou, jedná se o místní komunikaci. Z této ulice bude realizována příjezdová cesta k objektu. Příjezdová cesta bude po celé délce zpevněna zámkovou dlažbou.

Ulice Pánská je napojena jihozápadním směrem na ulici Sjednocení, která spojuje městskou část Studénka - Butovice s městskou částí Studénka - Malá Strana.

#### 4.1.5. Řešení technické a dopravní infrastruktury, včetně řešení dopravy v klidu, dodržení podmínek stanovených pro navrhování staveb na poddolovaném území

Pozemek se nenachází na poddolovaném území, není proto nutné žádné speciální opatření. Řešení technické a dopravní infrastruktury již bylo zmíněno výše v bodě 4.1.4.

#### 4.1.6. Vliv stavby na životní prostředí a řešení jeho ochrany

Stavba nebude mít negativní dopad na životní prostředí.

#### 4.1.7. Řešení bezbariérového užívání objektu

V objektu není řešeno bezbariérové využívání.

#### 4.1.8. Průzkumy a měření a jejich vyhodnocení

Na pozemku určenému k zástavbě byly provedeny všechny potřebné průzkumy a měření pro vyhotovení projektové dokumentace. Na pozemku nebylo zjištěno pronikání radonu a hladina podzemní vody se trvale vyskytuje pod úrovní základové spáry. Při výstavbě nebude potřeba učinit žádná dodatečná opatření. Pozemek byl vyhodnocen jako vhodný k zástavbě.

#### 4.1.9. Údaje o podkladech pro vytyčení stavby, geodetický referenční, polohový a výškový systém

Vytyčení stavby bude provedeno odpovědnou osobou a bude vyhotoven vytyčovací protokol se seznamem souřadnic všech bodů v systému S-JTSK a výškou v Bpv. Na úrovni podlahy prvního nadzemního podlaží bude stanovena podle výškového polohopisného systému  $\pm 0,000$ .

#### 4.1.10. Členění stavby na jednotlivé stavební a inženýrské objekty a technologické provozní soubory

Stavební objekty:

- SO01 Objekt rodinného domu
- SO02 Zděné oplocení
- SO03 Vodovodní přípojka
- SO04 Kanalizační přípojka
- SO05 Elektrická přípojka
- SO06 Zpevněné plochy pozemku
- SO07 Tepelné čerpadlo

#### 4.1.11. Vliv stavby na okolní pozemky a stavby

Stavba nebude mít negativní vliv na okolní pozemky ani stavby. Realizace výstavby bude prováděna tak aby nedocházelo k omezování okolního provozu, k nadměrnému hluku a vibracím, které by svým charakterem mohly rušit okolní uživatele.

#### 4.1.12. Způsob zajištění ochrany zdraví a bezpečnosti pracovníků

V průběhu výstavby objektu budou respektovány veškeré předpisy týkající se bezpečnosti práce na staveništi. Jedná se o nařízení vlády č. 591/2006Sb. o bližších

minimálních požadavcích na ochranu zdraví při práci na staveništi a nařízení vlády č. 362/2005Sb. o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky. Při realizaci musí být dodržovány technologické postupy dány projektem a výrobcem jednotlivých stavebních materiálů.

Stavební práce budou prováděny odbornou firmou, která si zajistí pracovní pomůcky potřebné k provádění prací a jejíž zaměstnanci jsou seznámeni s bezpečnostními podmínkami na pracovišti a jsou pro daný typ práce proškoleni.

#### 4.2. Mechanická odolnost a stabilita

Objekt je navržen tak aby ze statického hlediska nedocházelo k jejímu přetvoření. Statický výpočet není předmětem bakalářské práce.

#### 4.3. Požární bezpečnost

Objekt musí splňovat požadavky požární bezpečnosti dány platnými právními předpisy. Požární bezpečnost není předmětem bakalářské práce.

#### 4.4. Hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí

Objekt je navržen tak aby neohrožoval na životech a zdraví jak jeho uživatele tak uživatele okolních staveb. Návrh je v souladu se zákonem č. 258/2000Sb. o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů.

#### 4.5. Bezpečnost při užívání

Po dokončení stavebních prací a kolaudaci objektu bude objekt bezpečný pro jeho uživatele.

#### 4.6. Ochrana proti hluku

Objekt se nachází v klidné části města. V jeho blízkosti se nenachází žádný výrazný zdroj hluku, který by svou intenzitou vyžadoval realizaci protihlukového opatření.

#### 4.7. Úspora energie a ochrana tepla

##### 4.7.1. Splnění požadavků na energetickou náročnost budovy

Objekt je navržen tak aby splňoval požadavky na energetickou náročnost budovy dle 148/2007Sb o energetické náročnosti budovy. Na základě výpočtu provedeného ve výpočtovém programu Svoboda Energie 2011 byl vyhotoven energetický průkaz budovy, který tuto skutečnost dokládá. Budova je kvalifikovaná jako B-úsporná. Výpočet energetické náročnosti budovy je uveden v příloze číslo 5: *Výpočet energetické náročnosti budovy* a průkaz energetické náročnosti je součástí přílohy číslo 6: *Průkaz energetické náročnosti budovy*.

##### 4.7.2. Stanovení celkové energetické spotřeby stavby

Celková roční dodána energie: 17,225 MW

Výpočet byl proveden ve výpočtovém programu Svoboda Energie 2011 a jeho kompletní výpočet je součástí přílohy číslo 5: *Výpočet energetické náročnosti budovy*.

#### 4.8. Řešení přístupu a užívání stavby osobami s omezenou schopností pohybu a orientace

Toto řešení není předmětem bakalářské práce.

#### 4.9. Ochrana stavby před škodlivými vlivy vnějšího prostředí

Na základě provedených průzkumů nebylo zjištěno pronikání radonu. Hladina podzemní vody se trvale nachází pod úrovní základové konstrukce. Objekt se nenachází na území s výraznou seismicitou ani na poddolovaném území a v blízkosti se nenachází žádná ochranná ani bezpečnostní pásma. Proti bleskům bude objekt chráněn osazením jímacího zařízení. Stavba nevyžaduje žádnou speciální ochranu proti vlivům vnějšího prostředí.

#### 4.10. Ochrana obyvatelstva

V průběhu výstavby bude staveniště řádně označeno a zajištěno proti vniknutí neoprávněné osoby. Po dokončení stavebních prací a zkolaudování objektu nebude objekt nebezpečný pro jeho uživatele ani pro uživatele okolních staveb.

#### 4.11. Inženýrské stavby

Kompletní řešení inženýrských staveb není předmětem bakalářské práce. Popis napojení objektu na inženýrské sítě je již popsán v bodě 3.1.4.

#### 4.12. Výrobní a nevýrobní technologická zařízení staveb

V rámci projektu není řešeno žádné výrobní ani nevýrobní technologické zařízení.

## **5. SITUACE STAVBY**

Napojení stavby na stávající inženýrské sítě proběhne se souhlasem správců sítí. Zaměření stavby bude provedeno odbornou firmou, která je pro tuto činnost kvalifikována a zajistí si veškerou potřebou techniku.

Výkres situace stavby, v měřítku 1:200, je součástí grafické části této bakalářské práce.

## 6. DOKLADOVÁ ČÁST

### 6.1. Stanoviska a posudky

V průběhu zpracování projektu bylo přihlíženo ke stanoviskům všech dotčených osob a návrh byl zpracován tak aby nedošlo k negativnímu vnímání celého projektu.

### 6.2. Průkaz energetické náročnosti budovy

Průkaz energetické náročnosti budovy byl zpracován dle vyhlášky 406/200Sb. o hospodaření s energiemi ve znění pozdějších předpisů. Výpočet byl zpracován ve výpočtovém programu Svoboda Energie 2011 a vyhodnocen dle vyhlášky 148/2007Sb. o energetické náročnosti budov. Průkaz energetické náročnosti budovy je uveden v příloze číslo 6: *Průkaz energetické náročnosti budovy*.

## 7. VYTÁPĚNÍ OBJEKTU - TECHNICKÁ ZPRÁVA

### 7.1. Typ zdroje

Objekt bude vytápěn tepelným čerpadlem země/voda SCHIEDEL ELTRON WPC 7 s integrovaným zásobníkem teplé vody, ve variantě provedení s plošným zemním kolektorem. Sekundárním zdrojem energie bude krbová vložka ROMOTOP DYNAMIC KV 025 F R03 s teplovodním výměníkem.

Výkon tepelného čerpadla  $Q_T$ : 7,3 kW.

Výkon krbové vložky  $Q$ : 6+3 kW.

Teplo z tepelného čerpadla a krbové vložky bude akumulováno v akumulčním zásobníku STIEBEL ELTRON SBP 400E, odkud bude teplo rozváděno do jednoho topného okruhu.

Objem akumulčního zásobníku: 400l

Návrh zdroje tepla a jeho výpočet je součástí přílohy číslo 8: *Návrh zdroje tepla*.

### 7.2. Klimatické podmínky místa stavby a provozní podmínky

Objekt je navržen ve městě Studénka, které se nachází v mírném vnitrozemském podnebném pásu se střídáním čtyř ročních období. Město Studénka je rovinatého charakteru, průměrná rychlost větru v této oblasti se pohybuje kolem 3 - 3,5 m/s. Objekt je ze dvou stran chráněn stávající zástavbou. Na severozápadní straně pozemek hraničí s otevřenou krajinou.

Venkovní výpočtová teplota  $T_e$ : -15°C

Průměrná denní venkovní teplota  $T_{e,m}$ : 8,3°C

Počet otopných dnů v roce: 212

Průměrná vnitřní výpočtová teplota  $T_{i,m}$ : 19,8°C

### 7.3. Přehled navrhovaných a předpokládaných hodnot tepelně-technických vlastností stavebních konstrukcí

Konstrukce objektu byly navrženy tak aby vyhovovaly požadavkům, které jsou dány normou ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov - Požadavky. Skladby jednotlivých konstrukcí a jejich součinitele prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce číslo 1. Výpočet byl proveden pomocí výpočtového programu Svoboda Teplo 2011 a protokol o výpočtu a vyhodnocení dle výše uvedené normy jsou součástí přílohy číslo 2: *Základní tepelně technické posouzení konstrukce*.



Název konstrukce	Skladba konstrukce (vždy od interiéru k exteriéru)	Tloušťka materiálu t [mm]	Součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> K]	Požadovaný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540 U <sub>N,20</sub> [W/m <sup>2</sup> K]
Obvodová zeď	-Vápenocementová omítka -HELUZ FAMILY 44 2in1 -Tepelně izolační omítka	- 440 30	0,13	0,25
Okna a balkonová dveře		-	0,7	1,50
Vchodové dveře		-	0,75	1,70
Vnitřní nosná zeď	-Vápenocementová omítka -HELUZ STI 30 -Vápenocementová omítka	- 300 -	0,32	1,30
Vnitřní nenosná příčka	-Vápenocementová omítka -HELUZ STI 11,5 -Vápenocementová omítka	- 115 -	0,72	1,30
Podlaha s keramickou dlažbou na terénu	-Keramická dlažba -Anhydritová směs -PE folie -Rockwool Domrock	6 65 - 160	0,29	0,45
Dřevěná podlaha na terénu	-Dřevěná podlaha -Mirelon -Anhydritová směs -PE folie -Rockwool Domrock	10 - 65 - 160	0,28	0,45
Stropní konstrukce mezi patry s podlahou z keramické dlažby	-Stropní konstrukce HELUZ MIAKO -Rockwool Steprock -Separační folie -Anhydritová směs -Keramická dlažba	250 - 30 - 65 6	0,55	2,20
Stropní konstrukce mezi patry s dřevěnou podlahou	-Stropní konstrukce HELUZ MIAKO -Rockwool Steprock -Separační folie -Anhydritová směs -Mirelon -Dřevěná podlaha	250 - 30 - 65 - 10	0,5	2,20
Stropní konstrukce pod nevytápěnou půdou	-SDK podhled -Parotěsná zábrana Rockwool Rockfol -Stropní konstrukce HELUZ MIAKO -Rockwool Domrock -Separační folie -Betonová mazanina	120 - - 250 - 200 - 50	0,19	0,30

Tabulka č.1: Součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí

[4]

#### 7.4. Přehled tepelných ztrát budovy po místnostech

Tepelné ztráty objektu byly vypočteny pomocí výpočtového programu Svoboda Ztráty 2011. Protokol o výpočtu a jeho vyhodnocení dle platné normy ČSN 73 0540 je součástí přílohy číslo 3: *Výpočet tepelných ztrát objektu*. Přehled tepelných ztrát budovy po místnostech je uveden v tabulce číslo 2.

Tepelné ztráty budovy prostupem  $F_{i,T}$ : 4,254 kW

Tepelné ztráty budovy větráním  $F_{i,V}$ : 4,073 kW

Součet tepelných ztrát budovy  $F_{i,HL}$ : 8,326 kW

Označení místnosti	Funkce místnosti	Vnitřní návrhová teplota v místnosti $T_i$ [°C]	Tepelná ztráta místnosti $F_{i,HL}$ [W]
1.01	Zádveří	15	133
1.02	Šatna	15	103
1.03	Chodba	20	472
1.04	Pracovna	20	649
1.05	Obývací pokoj s kuchyní a jídelnou	20	1835
1.06	Technická místnost	15	246
1.07	Koupelna + WC	24	604
1.08	Schodišťový prostor	20	181
2.01	Schodišťový prostor	20	276
2.02	Chodba	20	127
2.03	Pokoj (rodičů)	20	736
2.04	Pokoj (pro děti)	20	964
2.05	Pokoj (pro děti)	20	949
2.06	Pokoj	20	483
2.07	Koupelna + WC	24	567

Tabulka č. 2: Tepelné ztráty budovy po místnostech

#### 7.5. Přehled vzduchotechnického zařízení

Řešení vzduchotechnického zařízení není součástí bakalářské práce. V objektu nebude instalováno žádné vzduchotechnické zařízení.

#### 7.6. Výpočet potřebného tepelného příkonu pro ohřev teplé vody

Stanovení potřeby tepla pro ohřev teplé vody bylo spočteno dle ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách. Kompletní výpočet je součástí přílohy číslo 7: *Stanovení potřeby tepla pro ohřev teplé vody*.

Potřeba tepla pro ohřev teplé vody: 0,816 kW

#### 7.7. Stanovení potřebného výkonu zdroje tepla

Stanovení potřebného výkonu zdroje tepla vyplývá z tepelných ztrát objektu a potřeby tepla pro ohřev teplé vody.

Tepelné ztráty objektu  $F_{i,HL}$ : 8,326 kW

Potřeba tepla pro ohřev teplé vody  $\phi$ : 0,816 kW

Potřebný výkon zdroje tepla  $Q$ : 9,142 kW

#### 7.8. Stanovení a přehled roční potřeby tepla pro vytápění a přípravu teplé vody, celková roční potřeba tepla

Stanovení roční potřeby tepla na vytápění bylo provedeno ve výpočtovém programu Svoboda Energie 2011 a jeho výpočet je uveden v příloze číslo 5: *Výpočet energetické náročnosti budovy*. Výpočet roční potřeby tepla na ohřev teplé vody je uveden v příloze číslo 7: *Stanovení potřeby tepla pro ohřev teplé vody*.

Roční potřeba tepla pro vytápění: 16,35 MWh/rok

Roční potřeba tepla pro přípravu teplé vody: 6,03 MWh/rok

Celková potřeba tepla: 22,38 MWh/rok

#### 7.9. Výpočet hodnoty přípojného výkonu zdroje tepla

Hodnota přípojného výkonu zdroje tepla odpovídá hodnotě potřebného výkonu pro vytápění, a ohřev teplé vody. Je tedy dána celkovým potřebným výkonem zdroje.

Potřebný výkon zdroje tepla  $Q$ : 9,142 kW

#### 7.10. Popis přípojky primárního média

Objekt bude napojen na elektrickou rozvodnou síť přes nízkonapěťovou přípojku - 230/400V AC 50Hz. Přípojka bude vedena v zemi a na hranici pozemku ve zděném plotě se bude nacházet pojistná skříň. S distributorem elektrické energie bude sjednána speciální sazba pro domy vytápěné tepelným čerpadlem. Jedná se o tarif D56d, je to tarif dvoufázový s operativním řízením platnosti nízkého tarifu. Dodavateli bude skutečnost o vytápění tepelným čerpadlem deklarována protokolem o instalaci tepelného čerpadla a revizní zprávou.

### 7.11. Popis výměňkové stanice

Není předmětem bakalářské práce.

### 7.12. Umístění zdroje tepla

Tepelné čerpadlo s akumulacním zásobníkem bude umístěno v technické místnosti v prvním nadzemním podlaží. Tepelné čerpadlo bude odsazeno minimálně 100mm od zdi, tak jak požaduje výrobce. Krbová vložka bude v obývacím pokoji. Pod krbovou vložkou bude malý zásobník na dřevo. Dřevo na případné přitápění bude uskladněno v technické místnosti, kde bude pro tento účel dostatečný prostor. Jelikož s krbovou vložkou nepočítáme jako s primárním zdrojem energie, nebude potřeba vytvářet několikaměsíční zásoby dřeva.

### 7.13. Výpočet větrání kotelný, řešení přívodu a odvodu vzduchu

V technické místnosti nevznikají žádné speciální nároky na větrání. Místnost je větrána přirozeně přes okenní otvor.

Odvod spalin z krbové vložky bude probíhat přes komínové těleso. Přívod vzduchu pro spalování bude realizováno přes větrací šachtu komína, přičemž přísávání vzduchu bude v půdním prostoru tak aby nedocházelo ke zpětnému nasávání spalin.

### 7.14. Výpočet průřezu kouřovodu a komínu

Komínové těleso bylo navrženo od firmy SCHIEDEL, typ UNI 20L s průměrem kouřovodu 200mm. To bude uloženo v jednorůdkové tvárnici s větrací šachtou, s vnějšími rozměry 360x500mm. Komínové těleso pak povede z prvního nadzemního patra z technické místnosti přes pokoj v druhém patře a bude vytaženo do výšky 135mm nad úroveň hřebenu valbové střechy. Komín se nachází více jak 2 metry od hřebenu střechy. Kompletní návrh komínového tělesa je součástí přílohy číslo 15: *Návrh komínového tělesa*.

Revize komínového tělesa bude prováděna dle platné vyhlášky 111/81Sb. ve znění pozdějších předpisů 2x ročně oprávněnou osobou k této činnosti. Čištění bude realizováno z ústí komína na střeše objektu. Na střeše je umístěna komínová lávka pro bezpečný přístup ke komínovému tělesu.

### 7.15. Řešení požární bezpečnosti kotelný

Toto řešení není předmětem bakalářské práce.

### 7.16. Popis uvažovaného otopného systému

Otopný systém objektu je uvažován teplovodní, nízkoteplotní s teplotním spádem 55/45. V jednotlivých místnostech budou instalovány desková otopná tělesa KORATHERM HORIZONTAL, požadovaného výkonu dle tepelných ztrát v jednotlivých místnostech. Pod francouzským oknem v obývacím pokoji bude podlahový konvektor od firmy ISAN TERMO a v koupelnách budou nainstalovány topné žebříky KORALUX LINEAR COMFORT. Na některých místech budou tyto tělesa doplněny topnou rohoží, pro zvýšení komfortu uživatelů. Jedná se o pracovní plochu u kuchyňské linky a obě koupelny.

### 7.17. Rozdělení otopného systému na jednotlivé okruhy, jejich tepelný výkon

Otopná tělesa budou napojeny na jeden topný okruh. Ten bude začínat v technické místnosti v prvním nadzemním patře a dle výkresové dokumentace budou vedeny rozvody do jednotlivých místností objektu. Celkový tepelný výkon okruhu je 7,633 kW.

### 7.18. Tlaková ztráta, způsob regulace, parametry oběhových čerpadel, regulačních ventilů

Celková tlaková ztráta topného okruhu je 8,318 kPa. Tlakové ztráty budou regulovány pomocí termoregulačních ventilů umístěných na jednotlivých otopných tělesech. Ty budou předem nastaveny podle požadovaného stupně otevření.

Oběhové čerpadlo topného okruhu je dimenzováno tak aby spolehlivě pokrylo místní ztráty třením, které v soustavě vzniknou a tak aby byla topná voda dopravována i do těch nejnejpříznivějších míst otopné soustavy. Navržené čerpadlo je od firmy WILO, typ STRATOS PICO 25/1-6 RG a jeho návrh je součástí přílohy číslo 11: *Návrh oběhového čerpadla topného okruhu.*

### 7.19. Popis páteřních a podružných rozvodů

Potrubí rozvodů bude vedeno od zdroje tepla k jednotlivým otopným tělesům v podlaze. Z prvního do druhé nadzemního patra bude distribuci topné vody zajišťovat jedno stoupací potrubí, vedeno z technické místnosti v prvním nadzemním patře do podlahy pokoje nad technickou místností. Rozvody od stoupacího potrubí bude opět realizováno v podlaze. Podrobný popis rozvodů je uveden ve výkresové dokumentaci.

### 7.20. Způsob vyregulování a vyvážení soustavy rozvodu tepla

Tlakové ztráty na topném okruhu budou vyregulovány předem nastavenými termoregulačními ventily, osazenými na jednotlivých otopných tělesech. Jejich nastavení bude provedeno dle návrhu, který byl stanoven na základě projekčních podkladů výrobce termoregulačního ventilu. Jedná se o termoregulační ventil HERZ, typ TS-98-VHF, který nabízí různé stupně nastavení od 1 do 6 (otevřen). Návrh stupně otevření na jednotlivých otopných tělesech je uveden v příloze číslo 13: *Nastavení termoregulačních ventilů otopných těles*.

### 7.21. Zabezpečování a doplňování otopné soustavy vodou

Před zapojením topného okruhu, je potřeba zkontrolovat těsnost otopné soustavy, důkladně ji propláchnout, naplnit a odvzdušnit. Z důvodu prevence poškození následkem tvorby vodního kamene je důležité dbát na kvalitu vody dodávané do topného okruhu.

### 7.22. Výpočet pojistného ventilu

Výpočet pojistného ventilu byl proveden dle ČSN 06 0630 Zabezpečovací zařízení pro ústřední vytápění a ohřev teplé užitkové vody a je uveden v příloze číslo 14: *Výpočet pojistného ventilu*. Pojistný ventil bude umístěn u obou zdrojů otopné soustavy, tedy jak u tepelného čerpadla, tak u krbové vložky.

### 7.23. Popis způsobu vytápění jednotlivých typů prostorů a provozů

Prostory obytných místností budou vytápěny deskovými otopnými tělesy KORATHERM HORIZONTAL, v obývacím pokoji pod francouzským oknem bude podlahový konvektor a v tomtéž pokoji, v prostoru kuchyňské linky, bude instalována podlahová topná rohož EUROHEAT MAT. V koupelnách budou osazeny topné žebříky KORALUX LINEAR COMFORT a budou také doplněny o podlahovou topnou rohož EUROHEAT MAT.

V domě nejsou prostory, které by vyžadovaly zvláštní požadavky na provoz topného systému.

#### 7.24. Popis otopných ploch

KORATHERM HORIZONTAL jsou desková designová otopná tělesa od společnosti KORADO. Jejich vzhledem se hodí především do moderně vybavených interiérů. Jsou nabízena v základním barevném provedení a tento výběr bude volbou investora.

KORALUX LINEAR COMFORT jsou trubková otopná tělesa, která jsou určena převážně do hygienických prostor.

Topná rohož EKOHEAT MAT je systém podlahového topení, které je napájeno z běžné elektrické sítě (230V).

#### 7.25. Popis připojení vzduchotechnických zařízení na otopnou soustavu

Přípojná vzduchotechnická zařízení nejsou v objektu uvažována.

#### 7.26. Parametry oběhových čerpadel, regulačních ventilů

Parametry oběhového čerpadla WILO STRATOS PICO 25/1-6 RG:

Druh zařízení: samostatné čerpadlo

Minimální teplota kapaliny: 2°C

Maximální teplota kapaliny: 110°C

Příkon P1: 40 W

Návrh oběhového čerpadla je součástí přílohy číslo 11: *Návrh oběhového čerpadla topného okruhu.*

Parametry termoregulačního ventilu HERZ, typ TS-98-VHF:

Maximální provozní teplota: 120 °C

Maximální provozní tlak: 10 bar

Návrh přednastavení jednotlivých ventilů otopné soustavy je součástí přílohy číslo 13: *Nastavení termoregulačních ventilů otopné soustavy.*

#### 7.27. Měření spotřeby tepla

Měření spotřeby tepla nebude v objektu realizováno.

#### 7.28. Popis způsobu přípravy teplé vody

Teplá voda bude připravována prostřednictvím tepelného čerpadla země/voda STIEBEL ELTRON WPC 7, který má integrovaný zásobník teplé vody o objemu 175l, což

plně pokrývá potřeby objektu. V případě potřeby může být voda dohřívána elektrickým přídatným zařízením, který je také součástí tepelného čerpadla.

#### 7.29. Způsob regulace přípravy teplé vody

Zdroj, jež zabezpečuje přípravu teplé vody, je plně automatický. Přípravu teplé vody lze volit podle předem nastavených režimů. Lze tak nastavit doby denních a nočních útlumových teplot přípravy teplé vody.

#### 7.30. Typy navržených zařízení

Všechno uvažované zařízení již bylo výše popsáno a technické listy jednotlivých zařízení jsou součástí příloh této práce.

#### 7.31. Potrubí

Rozvody topného okruhu budou realizovány z měděného potrubí příslušné dimenze pro daný úsek. Návrh dimenze jednotlivých úseků je uveden v příloze číslo 9: *Návrh otopné soustavy*. Spojování bude probíhat pájením.

#### 7.32. Výpis materiálů potrubí jednotlivých částí soustavy

Rozvody potrubí:	měď (Cu) (výrobce: CUPORI)
Redukce potrubí:	měď (Cu)
Radiátorové šroubení:	poniklované provedení (výrobce HERZ)
Odvzdušňovací ventil:	kovaná mosaz (výrobce: HERZ)
Termoregulační ventil:	poniklované provedení se šedou šroubovací krytkou (výrobce HERZ)
Svěrná šroubení:	poniklované provedení (výrobce: HERZ)



## 8. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Při volbě zdroje tepla hrají velkou roli jeho pořizovací náklady. Z tohoto hlediska se tepelná čerpadla řadí mezi ty dražší. Jeho instalace je totiž spojena s prací vně stavby. V příloze číslo 16: *Souhrnný rozpočet* jsou uvedeny dvě varianty řešení vytápění a nákladů na jejich realizaci.

V první variantě je uvažována realizace tepelného čerpadla země/voda, jež jímá teplo prostřednictvím zemního kolektoru. Pro tuto variantu také byla vyhotovena tato projektová dokumentace. V ceně jsou uvažovány ceny zemních prací, spojené s instalací zemního kolektoru a cena tepelného čerpadla.

V druhé variantě je uvažováno napojení objektu na plynovou síť a instalaci plynového kotle. Tato varianta je čistě demonstrativní pro tento příklad a nebude s ní dále nikde počítáno. V ceně je zahrnuta cena plynové přípojky a cena plynového kotle odpovídajícího výkonu.

Náklady na realizaci obou případů je uveden v tabulce číslo 3.

VARIANTA	CENA (bez DPH) v Kč
Tepelné čerpadlo	6 813 000
Plynový kotel	6 567 000

Tabulka č.3: Rozdíl v ceně stavby s různou variantou vytápění.

[6] [7]

Z tabulky je znatelné, že tepelné čerpadlo je opravdu výrazně nákladnější co se týče pořizovacích nákladů. Ten rozdíl v tomto případě je 246 000 Kč.

V současné době ceny energií stále rostou. Tento fakt nebude v následujícím bodě uvažován a budeme předpokládat, že se cena energií za vytápění v čase nemění. V tabulce číslo 4 jsou tak uvedeny náklady na energie objektu za rok při uvažování příslušného druhu vytápění.

VARIANTA	CENA (bez DPH) v Kč
Tepelné čerpadlo	23 500
Plynový kotel	46 500

Tabulka č. 4: Ceny energií za rok

[4]

V tomto případě bychom tedy ušetřili každý rok 23 000 Kč. Návratnost investice tepelného čerpadla je tak asi 10 let. Pro některé se může zdát tato doba příliš vysoká, ale je

třeba si uvědomit, že tento příklad je značně idealizovaný. Dá se předpokládat že ceny energií budou stále narůstat, což se podstatně výrazněji projeví právě na platbě za plyn. Při užívání tepelných čerpadel, také šetříme životní prostředí a z hlediska dlouhodobějších úspor je cestou efektivnější.

## 9. ZÁVĚR

Vypracováním této bakalářské práce jsem si zdokonalila vědomosti jak z hlediska stavebně technického řešení staveb, tak z hlediska možností vytápění.

Tepelné čerpadlo není jediná cesta jak levně a ekologicky vytápět. A nelze ani s určitostí říct, že je tento způsob, to nejlepší co současný trh nabízí. Jedná se ale o možnost velmi zajímavou. Zajímavou nejen z hlediska úspor, ale také ekologie provozu. Proto volbu vytápět rodinný dům tepelným čerpadlem nelze hodnotit negativně.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov, Část 2: Požadavky
- [2] Topenářská příručka 3, Návodů na projektování tepelných zařízení
- [3] Příručka pro plánování tepelných čerpadel STIEBEL ELTRON
- [4] [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)
- [5] [www.casopisstavebnictvi.cz](http://www.casopisstavebnictvi.cz)
- [6] [www.uur.cz](http://www.uur.cz)
- [7] [www.stavebnistandardy.cz](http://www.stavebnistandardy.cz)
- [8] ČSN 73 4130 Schodiště a šikmé rampy
- [9] ČSN 73 06 0320 Tepelné soustavy v budovách
- [10] ČSN 06 0630
- [11] ČSN 73 4210
- [12] vyhláška 193/2007Sb.
- [13] vyhláška 148/2007Sb.
- [14] vyhláška 499/200Sb. o projektové dokumentaci staveb

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek č. 1: Princip tepelného čerpadla

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka č. 1: Součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí

Tabulka č. 2: Tepelné ztráty budovy po místnostech

Tabulka č. 3: Rozdíl v ceně stavby s různou variantou vytápění

Tabulka č. 4: Ceny energií za rok

**SEZNAM VÝKRESŮ GRAFICKÉ ČÁSTI**

Výkres č. 1: Situace

Výkres č. 2: Základy

Výkres č. 3: Půdorys 1NP

Výkres č. 4: Půdorys 2NP

Výkres č. 5: Strop nad 1NP

Výkres č. 6: Pohled na střechu

Výkres č. 7: Řez A-A'

Výkres č. 8: Pohledy

Výkres č. 9: Topný okruh 1NP

Výkres č. 10: Topný okruh 2NP

Výkres č. 11: Topný okruh - rozvinutý řez

Výkres č. 12: Schéma zapojení zdroje